

**Iron-rich cement clinker****Publication number:** FR2760003**Publication date:** 1998-08-28**Inventor:** KUMAR AMITABHA; DAS DINESH KUMAR;  
BANERJEE GAUTAM; ROY A K; SHARMA O N;  
NAMBIAR N R**Applicant:** COUNCIL SCIENT IND RES (IN)**Classification:****- international:** **C04B7/22; C04B7/24; C04B7/00;** (IPC1-7): C04B7/345;  
C04B7/38**- European:** C04B7/22; C04B7/24**Application number:** FR19970002200 19970225**Priority number(s):** FR19970002200 19970225[Report a data error here](#)**Abstract of FR2760003**

A novel iron-rich cement clinker contains bauxite waste (as red mud) and limestone or other calcium oxide-containing material. Also claimed are: (1) hydraulic cements which (i) are obtained from the above cement clinker; (ii) are produced from unwashed red mud and contain (by wt.) 9.60% SiO<sub>2</sub>, 6.80% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 27.40% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 6.00% TiO<sub>2</sub>, 40.20% CaO, 3.42% MgO, 2.00% Na<sub>2</sub>O, 0.08% K<sub>2</sub>O, 1.57% loss on ignition and 0.32% moisture; and (iii) are produced from washed red mud and contain (by wt.) 9.52% SiO<sub>2</sub>, 6.00% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 27.80% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 6.00% TiO<sub>2</sub>, 40.32% CaO, 3.60% MgO, 2.00% Na<sub>2</sub>O, 0.09% K<sub>2</sub>O, 1.70% loss on ignition and 0.29% moisture; and (2) production of iron-rich cement clinker from red mud and of hydraulic cements and mortars from this cement clinker by mixing 50-60% ground lime-containing material (below 150  $\mu$ m size) with 40-50% red mud, adding a wetting or leaching agent and granulating or pelleting, firing or sintering at 1175-1250 deg C for 5-120 min, cooling and grinding.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 760 003

②① N° d'enregistrement national : 97 02200

⑤① Int Cl<sup>6</sup> : C 04 B 7/345, C 04 B 7/38

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 25.02.97.

③⑩ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 28.08.98 Bulletin 98/35.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été  
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑩ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : COUNCIL OF SCIENTIFIC & INDUS-  
TRIAL RESEARCH — IN et BHARAT ALUMINIUM  
COMPANY LTD — IN.

⑦② Inventeur(s) : KUMAR AMITABHA, DAS DINESH  
KUMAR, BANERJEE GAUTAM, ROY A K, SHARMA O  
N et NAMBIAR N R.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

⑤④ LAITIER RICHE EN FER, CIMENT HYDRAULIQUE ET LEUR PROCÉDE DE PREPARATION.

⑤⑦ L'invention concerne la fabrication d'un laitier de ci-  
ment riche en fer.

Elle se rapporte à un procédé de fabrication d'un laitier  
à partir de boues rouges, comprenant le broyage d'un ma-  
tériel contenant de la chaux à une dimension inférieure à  
150 µm, le mélange poussé de 50 à 60 % du matériel broyé  
avec 40 à 50 % de boues rouges, l'addition d'un agent  
mouillant ou de lixiviation et la formation de granulés, l'addi-  
tion ou le frittage des granulés à une température comprise  
entre 1 175 et 1 250°C, avec un temps de maintien de 5 à  
120 min à la température maximale, le refroidissement à  
température ambiante, et le broyage de la masse cuite pour  
la formation de laitiers de ciment riche en fer.

Application aux laitiers de ciment riche en fer et aux ci-  
ments et mortiers hydrauliques.

FR 2 760 003 - A1



La présente invention concerne un laitier (ou "clinker") de ciment riche en fer, un ciment hydraulique et un mortier hydraulique essentiellement constitués des boues rouges de déchets de bauxite et de matériaux contenant de l'oxyde de calcium. L'invention concerne aussi un procédé de fabrication d'un laitier de  
5 ciment riche en fer et d'un mortier ou ciment hydraulique à partir du laitier par utilisation de mélanges de déchets de bauxite des boues rouges obtenus pendant la production d'alumine et d'un matériau alumineux à partir de la bauxite par le procédé Bayer, et de calcaire ou analogues contenant des oxydes de calcium. Le produit obtenu par le procédé selon la présente invention par traitement conven-  
10 nable des matières premières précitées est mélangé à des matières organiques et minérales donnant des produits de résistance mécanique élevée et de masse volumique élevée qui présentent de bonnes propriétés de liaison et de cimentation, par exemple de temps de prise, de consistance et de maniabilité.

En général, les ciments riches en fer contiennent de l'oxyde de fer en  
15 quantité pouvant atteindre 45 % en poids, et on les connaît sous le nom de ciments de ferrite. La teneur en silice est habituellement inférieure à 20 % en poids, la teneur en chaux est comprise entre 35 et 65 % en poids, alors que la teneur en alumine ne dépasse pas habituellement 25 % en poids. Ces ciments sont fabriqués à partir de mélanges d'argiles contenant de l'oxyde de fer ou de minerais de fer de  
20 déchets et de calcaire, et le laitier est habituellement produit entre 1 175 et 1 250°C. Le ciment, de manière connue dans ce domaine, possède une faible résistance mécanique due à un mauvais caractère d'hydratation qui est habituellement inférieure à 10 MPa après vingt-huit jours d'hydratation.

La présente invention a essentiellement pour objet un procédé de prépara-  
25 tion d'un ciment riche en fer ayant une résistance mécanique accrue, c'est-à-dire supérieure à 10 MPa, par hydratation, à l'aide de boues rouges, si bien que le procédé est plus rentable et efficace.

L'invention a aussi pour objet la mise à disposition d'un procédé de  
30 préparation d'un ciment hydraulique à partir de laitiers de ciment préparés à partir de boues rouges, si bien que la protection de l'environnement au voisinage d'une industrie de fabrication d'aluminium est améliorée.

Grâce au procédé de l'invention, on obtient de façon satisfaisante un  
perfectionnement général de la qualité du produit, des performances de service et de nature des matières premières utilisées, permettant des réductions de coût.  
35 L'invention concerne un procédé constituant une alternative pour la fabrication d'un ciment riche en fer, contenant environ 25 % en poids d'oxyde de fer, à partir

de boues rouges qui contiennent des quantités importantes d'impuretés telles que l'oxyde de titane et la soude.

L'invention concerne, dans d'autres aspects, un procédé qui facilite :

- (i) la préparation des matières premières,
- 5 (ii) la préparation des mélangeurs et des agglomérés avant frittage qui facilite les informations sur le frittage final,
- (iii) le réglage de la température et des conditions de frittage,
- (iv) le traitement de la matière frittée pour l'obtention de ciments hydrauliques,
- 10 (v) l'augmentation de la qualité du ciment hydraulique par addition de matières organiques et minérales donnant une matière hydraulique de résistance mécanique élevée et durable,
- (vi) l'utilisation des matières premières inutilisées jusqu'à présent, c'est-à-dire des boues rouges, pour la fabrication d'un produit, si bien que les
- 15 conditions de l'environnement sont meilleures à proximité d'une usine de production d'aluminium qui utilise la bauxite comme matière première, et
- (vii) la mise à disposition de la technologie de traitement et son adaptation à des secteurs industriels travaillant à grande échelle, à petite échelle ou à très petite échelle.

20 On a constaté que ces procédés présentaient les avantages suivants.

- (i) L'utilisation d'une proportion convenable de boues rouges et de calcaire ou de tout autre matériau contenant de la chaux ayant des niveaux d'impureté inférieurs à 10 %, adoptée de façon générale par l'industrie des ciments, avec un minerai broyé à une petite dimension particulière, après frittage sous
- 25 forme de nodules ou granulés, donne un produit à phase hydraulique après frittage à des températures comprises entre 1 200 et 1 250 °C convenant à des ciments contenant environ 25 à 27 % en poids d'oxyde de fer.

- (ii) On a constaté en outre selon l'invention qu'on pouvait utiliser ces boues rouges directement avec leur teneur normale en impureté de carbonate de soude obtenues dans l'installation pendant la fabrication d'alumine à partir de
- 30 bauxite par le procédé Bayer, ou après traitement, comme indiqué selon l'invention, c'est-à-dire de préférence avec réduction de l'impureté de carbonate de soude dans la mesure nécessaire, par un traitement supplémentaire. Dans les deux cas, le produit est un ciment hydraulique.

(iii) On a constaté que l'utilisation de composés organiques et d'adjuvants améliorait les propriétés hydrauliques du produit, telles que son temps de prise et sa résistance finale.

(iv) On a aussi constaté que l'utilisation de matières minérales, telles que des laitiers de hauts fourneaux et du gypse, modifiait le temps de prise et pouvait dans certains cas donner une plus grande résistance mécanique au produit final.

(v) Le procédé donne un ciment à prise rapide qui peut être modifié par addition d'adjuvants organiques et minéraux.

10 Ainsi, la présente invention concerne un laitier de ciment riche en fer comprenant des déchets de boues rouges de bauxite et de calcaire et analogues contenant des oxydes de calcium.

L'invention concerne aussi un ciment hydraulique ou un mortier obtenu à partir d'un laitier riche en fer contenant des déchets de boues rouges de bauxite et de calcaire ou analogues contenant de l'oxyde de calcium.

15 L'invention concerne aussi un procédé de production de laitiers de ciment riches en fer et de mortiers ou ciments hydrauliques à partir de boues rouges, comprenant le broyage d'un matériau contenant de la chaux à une dimension inférieure à 150  $\mu\text{m}$ , le mélange poussé de 50 à 60 % du matériau broyé à 40 à 50 % de boues rouges, l'addition d'un agent de mouillage ou de lixiviation et la formation de granulés ou de nodules par des procédés connus, la cuisson ou le frittage des granulés-nodules résultants à une température comprise entre 1 175 et 1 250 °C avec un temps de maintien compris entre 5 et 120 min à la température maximale, le refroidissement à la température ambiante, et le broyage de la masse frittée cuite pour l'obtention du ciment riche en fer.

25 L'agent de mouillage-lixiviation utilisé dans ce procédé peut être notamment de l'eau.

En outre, des liants organiques tels que des mélasses, de la dextrine, de l'amidon et analogues, peuvent aussi être ajoutés au mélange.

30 La composition des ingrédients du laitier de ciment riche en fer et celle du ciment hydraulique sont les mêmes ou plus ou moins les mêmes. La différence essentielle est la finesse, c'est-à-dire la réduction de dimension particulière et/ou l'addition d'adjuvants en petite quantité au ciment.

Dans un premier mode de réalisation, l'invention concerne un procédé perfectionné de production de laitiers de ciment riches en fer et de poudre de

ciment hydraulique, le procédé comprenant le mélange d'un ensemble comprenant :

(a) des minerais contenant du calcium, ayant (i) 0,00 à 1,28 % en poids d'alumine, (ii) 0,01 à 3,46 % en poids de silice, (iii) 0,22 à 1,16 % en poids d'oxyde de fer, (iv) 0,00 à 0,32 % en poids d'oxyde de titane, (v) 1,42 à 2,56 % en poids de magnésie, et (vi) des oxydes alcalins en quantité ne dépassant pas 0,5 % en poids, leur perte au feu étant comprise entre 34 et 44 % en poids,

(b) un matériau riche en fer, tel que des boues rouges, contenant (i) 4,0 à 8,3 % en poids de silice, (ii) 20 à 29 % en poids d'alumine, (iii) 29 à 41 % en poids d'oxyde de fer, (iv) 7,7 à 17,6 % en poids d'oxyde de titane, (v) 0,6 à 5,1 % en poids d'oxyde de calcium, (vi) 11,09 à 0,77 % en poids de matières alcalines, notamment de soude, et (vii) une perte au feu comprise entre 0,38 et 15 % en poids, avec broyage de la matière calcaire, mélange des ingrédients puis formation de granulés ou de nodules avec addition d'agents mouillants et de liants organiques permettant une compression à des configurations qui peuvent être facilement frittées d'une manière discontinue ou dans des fours continus, avec frittage de la masse à des températures comprises entre 1 175 et 1 250 °C, puis avec refroidissement de la masse pour la formation d'un matériau actif prêt pour la mise en oeuvre dans la technique de fabrication du ciment, si bien que le laitier de ciment produit est broyé, par des procédés classiques. Le procédé selon l'invention est décrit en détail dans la suite.

#### Mélange des matériaux contenant de la chaux et des boues rouges

Un mélange intime et homogène des matériaux contenant de la chaux et des boues rouges est réalisé. Le matériau contenant de la chaux est d'abord concassé et broyé dans des broyeurs à mâchoires et des broyeurs à boulets utilisés habituellement dans l'industrie des ciments. Le matériau concassé contenant de la chaux est mélangé à des boues rouges sèches sous forme de grumeaux secs agglomérés. Le mélange est réalisé dans des broyeurs à boulets ou dans des mélangeurs convenables à rubans. La dimension particulière du mélange est de préférence très petite mais n'est pas inférieure à 100 µm. La gamme de compositions des matières premières utilisées et la composition du produit sont indiquées dans les tableaux 1 et 2 qui suivent. Cependant, ces plages ne comprennent pas d'autres ingrédients classiques et impuretés.

Tableau 1 : composition des matières premières

Ingrédients	Boues rouges	Calcaire	Cendres volantes
SiO <sub>2</sub>	7,29	0,82	60,16
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,25	1,28	23,83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,95	0,22	4,53
TiO <sub>2</sub>	9,40	0,32	1,30
CaO	-	53,17	3,65
MgO	-	1,42	1,23
Na <sub>2</sub> O	0,63	0,22	0,20
K <sub>2</sub> O	-	0,08	1,82
Perte au feu	15,29	42,20	3,28

Tableau 2 : Analyse chimique du produit  
(ciment à boues rouges)

5

	I (avec boues rouges non lavées)	II (avec boues rouges lavées)
SiO <sub>2</sub>	9,60	9,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,80	6,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,40	27,80
TiO <sub>2</sub>	6,00	6,00
CaO	40,20	40,32
MgO	3,42	3,60
Na <sub>2</sub> O	2,00	2,00
K <sub>2</sub> O	0,08	0,09
Perte au feu	1,57	1,70
Humidité	0,32	0,29

Granulation du mélange des matériaux contenant de la chaux et des boues rouges

Après mélange, la masse est granulée à l'aide d'une presse à pastiller ou  
 10 mise sous forme de nodules par un appareillage d'agglomération pour la  
 production de granulés ayant une épaisseur de 20 mm environ ou de nodules ayant  
 un diamètre de 8 à 121 mm environ. Lors de la granulation, un liant convenable, en  
 général organique à faible teneur en cendres, est mélangé à l'eau. Les granulés sont  
 séchés ou préchauffés avant frittage. Les liants utilisés habituellement dans cette

opération sont des mélasses, de la dextrine, de l'amidon ou des gommes organiques. Un ciment de poussière de déchets de four peut aussi être utilisé.

Ajustement de la composition de prémélange en fonction de l'atmosphère de cuisson

5 Dans le cas du frittage réalisé en atmosphère de cuisson à combustible liquide, des cendres volantes ou des cendres de charbon se mélangent à la composition formée des boues rouges et de la matière calcaire. Les cendres de charbon ou cendres volantes peuvent avoir un diamètre inférieur à 0,500 mm  
10 environ et de préférence à 0,150 mm. La composition des cendres contient (i) 55 à 62 % en poids de silice, (ii) 15 à 28 % d'alumine, (iii) 3 à 8 % en poids d'oxyde de fer, et (iv) 2 à 55 % en poids de chaux. Dans le cas d'unités chauffées au charbon pulvérisé, il n'est pas nécessaire de mélanger au préalable des cendres aux matières premières, avant la granulation. Les cendres du charbon pulvérisé pénètrent dans le  
15 ciment pendant l'opération de cuisson.

Cuisson de granulés ou nodules de matières premières sous forme d'un prémélange

La cuisson de matières premières sous forme granulée ou nodulisée est destinée à être réalisée à une température comprise entre 1 175 et 1 250 °C avec un  
20 temps de maintien à la température maximale compris entre 5 et 120 min. Le four peut être petit ou grand, de type discontinu ou continu, à combustible liquide, à gaz, électrique ou à charbon, avec circulation d'air dans le four, ou une atmosphère statique d'air peut être présente dans le four. Dans le procédé préféré actuellement, la matière à cuire est destinée à être retirée-refroidie à partir du four discontinu ou  
25 rotatif à une température de 800 à 850 °C après la fin du frittage. Cependant, le produit peut aussi être préparé par ralentissement lent du produit.

Dimensionnement de la matière cuite à la finesse du ciment

Les nodules ou granulés comprimés et frittés après refroidissement à  
30 température ambiante, soit par trempé soit par refroidissement depuis la température élevée, sont destinés à être concassés et broyés dans un appareil utilisé dans la technique tel que les concasseurs à mâchoires, les concasseurs à cylindres et les broyeurs à boulets qui peuvent être du type à fonctionnement continu ou discontinu. Le produit est destiné à être concassé et broyé à un diamètre  
35 particulière inférieur à 0,150 mm environ et a de préférence une surface spécifique, mesurée par la technique Blaine utilisée dans l'industrie du ciment, d'au moins



3 000 cm<sup>2</sup>/g. Les déchets de traitement peuvent être recyclés dans une nouvelle composition de manière que les granulés aient une plus grande résistance mécanique.

Le produit en poudre est destiné à être mélangé avec les matières organiques ou minérales sèches convenables pour le réglage du temps de prise et de la propriété hydraulique, et ils sont ensuite stockés par conditionnement hermétique en l'absence d'humidité, par exemple dans des fûts ou des sacs de matière plastique destinés à protéger le produit de l'attaque de l'humidité. Des agents de réglage de prise peuvent aussi être ajoutés sous forme liquide au moment de la fabrication de la matière hydraulique à partir du ciment.

Le ciment riche en fer en fine poudre lorsqu'il est mélangé à de l'eau et à des matières organiques et minérales le cas échéant durcit en formant une masse dure. Le temps de prise peut être réglé entre une valeur nulle et 240 min, et la résistance mécanique après sept jours de durcissement peut être comprise entre 0,4 et 14,6 MPa. Le ciment peut aussi être formé avec du sable en quantité d'une partie en poids de ciment pour trois parties en poids de sable et 0,4 partie d'eau, donnant des résistances mécaniques après sept jours pouvant atteindre 22,7 MPa avec des adjuvants convenables de type organique ou minéral. Comme indiqué dans la technique des ciments, on peut aussi réaliser des bétons avec des agrégats grossiers tels que des pierres broyées, du sable et du ciment en proportions de 4, 2 et 1 parties, avec 0,5 partie d'eau.

On décrit maintenant l'invention en référence aux exemples qui suivent de mise en oeuvre de l'invention en pratique. Cependant, ces exemples ne limitent pas la portée de l'invention.

25

#### Exemple 1

40 parties en poids de boues rouges et 60 parties en poids de calcaire sont mélangées après broyage du calcaire afin qu'ils passent dans un tamis à orifices de 0,150 mm. Le mélange est comprimé sous forme de granulés à une pression de 100 à 1 120 bar après humidification par de l'eau à raison de 11 % en poids, avant séchage à 110 °C. La matière est alors cuite à 1 200 ± 25 °C, puis par maintien de préférence de la température à 1 200 °C, et la teneur en humidité est ensuite réduite à environ 3 % en poids par séchage préalable dans un four de type discontinu.

La masse frittée est retirée du four à 800 °C environ puis est refroidie à l'air puis refroidie à température ambiante. Le produit est broyé dans un broyeur à

boulets, un broyeur à pot ou par un broyeur à énergie vibratoire afin que la matière passe par un tamis à orifices de 0,075 mm, avec une surface spécifique Blaine d'environ 3 000 cm<sup>2</sup>/g, donnant un produit cimentifère.

5 **Exemple 2**

40 parties en poids de boues rouges et 63 parties en poids de calcaire, comme dans l'exemple 1, ont été mélangées avec en plus 5 parties en poids de cendres volantes provenant d'une centrale thermique. La matière est mélangée à 7 à 9 % en poids environ d'eau contenant 3 à 5 % en poids de liant organique tel que la dextrine, des mélasses ou de l'amidon. La masse est nodulisée dans une machine de fabrication de nodules et est séchée à 150 °C environ jusqu'à une teneur en humidité qui ne dépasse pas 3 % en poids. Les nodules sont transmis à un four continu de type rotatif avec une température maximale maintenue à 1 200 ± 25 °C, de préférence autour de 1 200 °C. Les nodules peuvent sortir du four à une température comprise entre 750 et 850 °C et sont trempés à l'air.

Les nodules cuits sont broyés dans des broyeurs à boulets à une finesse inférieure à celle qui donne une surface spécifique de 3 000 cm<sup>2</sup>/g et le ciment est ainsi obtenu. Les phases minérales principales sont une aluminoferrite de calcium, un aluminat de calcium, un silicate de calcium et des aluminosilicates de calcium contenant du fer, connus dans la technique sous le nom de gehelinite, et du titanate de calcium.

**Exemple 3**

Des boues rouges sont lavées à l'eau du robinet. Le lavage est réalisé par disposition des boues rouges dans l'eau pendant 24 h puis par élimination de l'eau. L'opération réduit la teneur en carbonate de soude des boues rouges. Les boues rouges lavées à l'eau du robinet ayant une teneur réduite en soude à raison de 40 parties en poids sont mélangées à 63 parties en poids de calcaire broyé et 5 parties en poids de cendres volantes pour la formation d'une masse de matière première analogue à celle de l'exemple 2. La matière est traitée comme décrit dans l'exemple 2 et donne un ciment ayant des quantités réduites de fer incorporées aux aluminosilicates de calcium.

**Exemple 4**

Des boues rouges lavées à l'eau du robinet et ayant une teneur réduite en soude à raison de 40 parties en poids sont mélangées à 60 parties en poids de

calcaire broyé pour la formation d'une masse de matière première analogue à celle de l'exemple 1. La matière est traitée comme décrit dans l'exemple 1 et donne un ciment ayant des phases d'aluminoferrite de calcium, d'aluminate de calcium et d'aluminosilicate de calcium et de titanate de calcium.

5

#### Exemple 5

Une poudre de ciment riche en fer produite dans l'exemple 2 à raison de 100 parties en poids est mélangée à 40 parties en poids d'eau dans un mélangeur à palettes. A cet effet, 2 % d'adjuvant d'acide citrique sont ajoutés et la pâte est mise en forme afin qu'elle prenne en 45 min. La résistance obtenue après sept jours est de 23 MPa par compression.

10

#### Exemple 6

50 parties en poids d'une poudre de ciment riche en fer produite dans l'exemple 3 sont mélangées à 50 parties en poids de poudre de laitier de haut fourneau refroidie et finement broyée ayant une dimension inférieure à 75  $\mu\text{m}$ , et la masse est mélangée à 40 parties en poids d'eau. L'addition de 0,5 partie en poids d'adjuvant d'acide citrique et 0,5 partie en poids d'adjuvant de sel de chlorure de lithium est réalisée avec l'eau. Le produit donne une résistance mécanique de 15 MPa en compression après sept jours d'hydratation dont six jours sous l'eau.

20

#### Exemple 7

100 parties en poids de ciment riche en fer produit dans les exemples 1 à 5 sont mélangées à 300 parties en poids de sable. Le mélange est associé à 3 parties en poids de gypse et 40 parties en poids d'eau dans un mélangeur à palettes pendant 2 min puis coulé en blocs. Les blocs donnent une résistance mécanique de 6 MPa par compression après vingt-huit jours de stockage dont vingt-sept jours sous l'eau.

25

#### Exemple 8

100 parties en poids de ciment riche en fer produit dans les exemples 1 à 5 sont mélangées à 300 parties en poids de sable normal composé de trois fractions, 100 parties en poids de chacune des qualités I, II et III telles que définies dans la technique, de préférence, la qualité I a des dimensions supérieures à 1 mm, la qualité II des dimensions inférieures à 1 mm et supérieures à 500  $\mu\text{m}$  et la qualité III des dimensions inférieures à 500  $\mu\text{m}$ . Ce mélange est associé à

35

45 parties en poids d'eau et 0,2 partie en poids de citrate de sodium et la masse peut alors durcir. Le temps de prise est d'environ 20 min et la résistance mécanique par compression après vingt-huit jours de stockage, dont vingt-sept jours sous l'eau, est de 6,9 MPa.

5

#### Exemple 9

Un ciment riche en fer produit comme décrit dans l'exemple 3, à raison de 100 parties en poids, a été mélangé à 300 parties de poids de sable normal décrit dans l'exemple 8 et 2 parties en poids de saccharate de calcium et 45 parties en poids d'eau dans un mélangeur à palettes. La masse prend en 15 min et donne une résistance à la compression de 12,4 MPa après sept jours d'hydratation, dont six jours sous l'eau.

10

#### Exemple 10

100 parties en poids d'un ciment riche en fer produit comme décrit dans l'exemple 3 sont mélangées à 200 parties en poids de sable et 400 parties en poids de pierres concassées. On ajoute alors 0,15 partie en poids de sorbitol et 0,1 partie en poids d'acide citrique avec 55 parties en poids et on mélange pendant 2 min. La masse prend en 20 min et la résistance mécanique après vingt-huit jours d'hydratation, dont vingt-sept jours sous l'eau, est de 6 MPa.

15

20

REVENDICATIONS

1. Laitier de ciment riche en fer, caractérisé en ce qu'il contient des déchets de bauxite sous forme de boues rouges et du calcaire ou autres matériaux  
5 contenant des oxydes de calcium.

2. Ciment hydraulique obtenu à partir d'un laitier riche en fer, caractérisé en ce qu'il comprend des déchets de bauxite sous forme de boues rouges et des calcaires ou des matériaux analogues contenant de l'oxyde de calcium.

10 3. Ciment hydraulique, caractérisé en ce qu'il est produit à partir de boues rouges non lavées, le ciment contenant les ingrédients suivants en pourcentages pondéraux :

SiO <sub>2</sub>	9,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,40
TiO <sub>2</sub>	6,00
CaO	40,20
MgO	3,42
Na <sub>2</sub> O	2,00
K <sub>2</sub> O	0,08
Perte au feu	1,57
Humidité	0,32

4. Ciment hydraulique, caractérisé en ce qu'il est produit à partir de boues rouges lavées, et en ce qu'il contient les ingrédients suivants en pourcentages  
15 pondéraux :

SiO <sub>2</sub>	9,60	9,52
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,80	6,00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,40	27,80
TiO <sub>2</sub>	6,00	6,00
CaO	40,20	40,32
MgO	3,42	3,60
Na <sub>2</sub> O	2,00	2,00
K <sub>2</sub> O	0,08	0,09
Perte au feu	1,57	1,70
Humidité	0,32	0,29

5. Procédé de fabrication d'un laitier de ciment riche en fer et de ciments ou mortiers hydrauliques à partir de laitiers, à partir de boues rouges, caractérisé en ce qu'il comprend le broyage d'un matériau contenant de la chaux à une dimension inférieure à 150  $\mu$ m, le mélange poussé de 50 à 60 % du matériau  
5 broyé avec 40 à 50 % de boues rouges, l'addition d'un agent mouillant ou de lixiviation et la formation de granulés ou nodules par des procédés connus, l'addition ou le frittage des granulés ou nodules à une température comprise entre 1 175 et 1 250 °C, avec un temps de maintien de 5 à 120 min à la température maximale, le refroidissement à température ambiante, et le broyage de la masse  
10 cuite-frittée pour la formation de laitiers de ciment riche en fer.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'agent de lixiviation est l'eau.

7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que des liants utilisés sont choisis parmi les mélasses, la dextrine, l'amidon, les gommes  
15 organiques et les ciments de poussière de déchets de four.

8. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les boues rouges sont mélangées à 0 à 5 % en poids de cendres volantes ou de charbon lorsque le frittage-cuisson est réalisé en atmosphère obtenue avec un combustible liquide.

9. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le produit fritté est broyé à une dimension particulière inférieure à 0,150 mm.

10. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il est destiné à la préparation d'un ciment hydraulique, associé à des matières organiques minérales classiques et de l'eau.

11. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que les boues rouges  
25 utilisées sont lavées à l'eau de manière que la teneur en carbonate de soude soit réduite avant mélange avec les matériaux contenant de la chaux.